

Бузур-Оол Д.Б., Вольфцун Б.В., Шимит Б.Д. // Цветные металлы. 1968. № 1. С. 42.

Гамаюрова, В.С. Мышьяк в экологии и биологии. М.: Наука, 1993. 208 с.

Копылов Н.И., Каминский Ю.Д. Мышьяк. Новосибирск: Сиб. ун-т. изд-во, 2004. 363 с.

Мышьяк: гигиенические критерии состояния окружающей среды. Женева: ВОЗ, 1985. Т.18. 185 с.

Труды института лесохозяйственных проблем и химии древесины АН ЛатвССР. Рига, 1961. № 23. С. 115.

Baldwin W.J. Arsenic: industrial, biomedical, environmental perspectives. Proc. Arsenic symp. Gaithersburg. 1981. / Ed. W.H. Lederer, R.J. Fensterhein. N.Y.: Van Nostrand Reinhold, 1983. P. 99-111.

Bignoli G., Sabbioni E. // Environ. Monit. and Assesment. 1984. Vol. 4. № 1. P. 53.

Frost D.V. Fed. Proc. 1967. Vol.26. № 1. P. 194.

Tanaka S., Kaneko M., Hashimoto Y.// J. Chem. Soc. Jap. Chem. And Indastr. Chem. 1984. P. 637 (цит. по: РЖХим., 1984, 19И532).

Woolson E.A. Arsenical pesticides. // Wash. (D.C.): Amer. Chem. Soc., 1975. P. 97.

Woolson E.A. // Environ. Health Perspect. 1977. Vol.19. P. 73.

Woolson E.A., Axoley J.H., Kearney P.C. // Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 1971. Vol.35. № 9. P. 938.



УДК 634. 630.165 (470.5)

В.А. Крючков, В.В. Озорнина
(V.A. Kruchkov, V.V. Ozornina)

(Уральский государственный лесотехнический университет)



Крючков Виктор Алексеевич родился в 1938 г. В 1960 г. окончил Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского. В 1967 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук на тему «Актиномицеты почв Среднего Урала». С 1971 г. работал доцентом, с 1996 г. в должности профессора кафедры ботаники и защиты леса УГЛТУ. Имеет 170 научных работ в области физиологии и биохимии, мониторинга перспективных древесно-кустарниковых растений, депонирующих повышенные количества БАВ, интродукции.



Озорнина Виктория Валерьевна родилась в 1990 г. В 2007 г. поступила в Уральский лесотехнический университет на лесохозяйственный факультет. Опубликовано одна статья.

ЛЕТУЧИЕ МЕТАБОЛИТЫ РАСТЕНИЙ СРЕДНЕГО УРАЛА

(VOLATILE METABOLITES OF PLANTS IN THE MIDDLE URALS)

Приводятся результаты исследований летучих метаболитов аборигенных и интродуцированных видов. Выявлены существенные различия спектра и количества кумаринов в ходе вегетации и депонирования растений.

On investigation results of native and introduced species volatile metabolites are cited in this paper. Essential difference of spectrum and amount of cumarines and cumarines amount in the process of vegetation and accumulation by plants has been revealed.

Уникальной особенностью всех растений является их способность в процессе фотосинтеза и метаболизма продуцировать в окружающую среду громадные количества летучих веществ (Went, 1962; Степанов, 1972; Крючков, Першиков, 1982) – аэрофолинов (термин предложен профессором Л.И. Вигоровым, 1966), или атмовитаминов (Холодный, 1944).

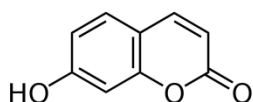
Аэрофолины (АЭ) обладают не только фитонцидностью, но и способностью повышать защитные свойства человека, положительно влиять на его функциональные системы: сердечно-сосудистую, кровеносную, нервную и др., что особенно ценно в эпоху урбанизации (Токин, 1967; Лахно, 1972; Гейхман, 1974; Крючков 1976, Крючков и др., 1979). В настоящее время практически нет данных, характеризующих количественный и качественный составы летучих метаболитов, продуцируемых растениями в природных условиях (Степанов, 1972; Крючков и др., 1976, 1989). Это объясняется отсутствием простых и надежных методов их анализа в полевых условиях и тем, что АЭ представляют собой многокомпонентные неустойчивые смеси с невысокой концентрацией соединений различной природы.

Нами разработаны высокочувствительные накопительные индикаторные бумаги на конкретные индивидуальные вещества или классы соединений (Крючков и др., 1988). Количественный анализ АЭ воздушной среды экосистем или отдельных видов растений проведен путем отбора воздуха с помощью электроасpirатора или aspirатора «АЭРА» со скоростью 30 л/ч в количестве 100 л. Для концентрирования веществ использовали

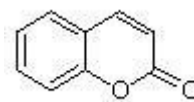
методы: конденсации в охлаждаемых ловушках (минус 80 °С); насыщения жидкого растворителя в охлаждаемой ловушке, пропусканием фиксированного объема воздуха; химического улавливания (избирательного связывания конкретных веществ); улавливания сорбентом и экстракции жидкими растворителями. С помощью подспутниковых систем и наземных методов исследования установлено, что лесными фитоценозами Урала ежегодно продуцируется от 105 до 801 кг/га АЭ (Крючков, Першиков, 1982). Среди них нами идентифицировано более 80 групп и индивидуальных соединений.

В настоящее время возрос интерес к соединениям кумаринового ряда, что объясняется их разнообразной физиологической ролью и возможностью применения в качестве лекарственных средств. Среди кумаринов растительного происхождения найдены и применяются соединения, обладающие антикоагулирующим (Кузнецова, 1967), противоопухолевым (Холстед, 1981), спазмолитическим (Барнаулов и др., 1978), антимикробным (Вичканова и др., 1970), антимуtagenным (Grigg, 1978), фотосенсибилизирующим (Кузнецова, 1967), Р-активными действиями (Муравьев, 1978) на организм человека. Кумарины широко распространены в растительном мире, особенно среди представителей семейств Umbelliferae, Rutaceae, Leguminosae (Кузнецова, 1967; Пименов, 1971). В настоящее время выделено и изучено свыше 150 кумаринопроизводных соединений, однако недостаточно исследованы древесные породы.

Кумарины подразделяются на группы (Кузнецова, 1967): I – кумарин (рисунок); II – окси метоксикумарины (умбеллиферон, скополетин и др.); III – фурокумарины; IV – пиранокумарины; V – бензокумарины; VI – куместоны.



умбеллиферон (II группа)



кумарин (I группа)

Кумарины

Целью работы явилось изучение качественного и количественного составов кумаринов аборигенных и интродуцированных видов растений рекреационных зон г. Екатеринбурга. Конденсация кумаринов выполнена методом избирательного химического связывания с помощью водно-спиртового раствора гидроксида натрия в двух поглотителях, помещенных в сосуды Дьюра при температуре минус 80 °С.

Скрининг 103 видов древесно-кустарниковых растений показал, что 97 % из них продуцируют следовые количества кумаринов и только 3 % – высокие, выделяющие от 100 до 3600 мкг/м³/м². Проведены трехлетние исследования сезонной динамики кумаринов 6 видов сем. Rosaceae. В фазе молодого листа кумарины либо отсутствовали, либо присутствовали в низких концентрациях в АЭ растений (табл. 1).

Таблица 1

Содержание кумаринов в летучих выделениях листьев различных пород (мкг/м³/м² в расчете на кумарин)

Вид	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
<i>Cerasus tomentosa</i> (Thunb.) Wall	8± 1,2	162± 24,0	270± 40,0	190±28,0	133±20,0
<i>Philadelphus tenuifolius</i> Rupr. et Maxim	25± 3,7	112 ±16,8	290± 43,0	90± 13,5	350±52,0
<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	0	39 ±5,8	390± 58,0	580±87,0	270±40,0
<i>Cotoneaster lucidus</i> Schlecht.	20± 3,0	90 ±13,5	103 ±15,4	260±39,0	187±28,0
<i>Ribes nigrum</i> L.	0	58± 8,7	905 ±13,0	100± 15	283±42,4
<i>Cerasus vulgaris</i> Mill.	13± 1,9	0	3600± 54	393±58,9	-

Максимальные количества кумаринов выявлены в фазе сформировавшегося листа (270-3600 мкг/м³м²). Перед опадом листьев наблюдаются достаточно высокие концентрации кумаринов только в летучих метаболитах чубушника, кизильника.

Основное количество кумаринов найдено в растениях в свободном состоянии и лишь незначительное число – в виде гликозидов. Кумарины локализуются в различных органах растений, чаще и больше всего в корнях, коре, плодах, в меньших количествах – в стеблях и листьях. Содержание кумаринов в растениях колеблется от 0,1 до 10 %, причем часто можно встретить 5-10 видов кумаринов различной структуры в одном растении (Кузнецова, 1967; Пименов, 1971).

Скрининг 26 видов древесно-кустарниковых растений показал существенные различия по спектру индивидуальных соединений летучих кумаринов (табл. 2). Так, в летучих метаболитах ивы трехтычинковой идентифицировано 9 кумаринов различной структуры, лоха серебристого – 7, тополя бальзамического, березы бородавчатой – 6, барбариса – 5, остальные выделяли по 1-4 соединениям. В АЭ тополя бальзамического, клена ясенелистного, вишни обыкновенной идентифицирован умбеллиферон, а липы, черемухи, шиповника, лоха, клена, груши – кумарин. Умбеллиферон относится к группе антикоагулянтов крови и препятствует тромбообразованию, а также способствует прекращению увеличения уже образовавшихся тромбов. Кумарин (I группа) – самое простейшее и летучее соединение из 6 групп кумаринов. Он используется в качестве ароматизирующего вещества для пищевых продуктов и напитков. Исследования по идентификации остальных индивидуальных соединений кумаринового ряда продолжаются.

Плоды и ягоды черемухи, вишни песчаной, облепихи, граната, красной смородины, инжира, черники, содержащие оксикумарины (II группа), имеют существенное значение для предупреждения инфарктов. Кроме умбеллиферона, в плодах черемухи мегалебской и вишни обыкновенной выявлены герниарин (7-метоксикумарин), магалебозид (Вигоров, Суменкова,

1970). К антикоагулянтам непрямого действия относятся производные 4-оксикумарина (неодикумарин), используемые в медицинской практике.

Таблица 2

Спектр летучих кумаринов растений Среднего Урала

Вид	R_f – коэффициент разделения		
	Молодой лист	Сформировавшийся лист	Лист перед опадом
<i>Padus racemosa</i> Gilib.	Нет	Нет	0,1; 0,5; 0,9
<i>Padus maackii</i> (Rupr) Kom.	0,1; 0,8	Нет	0,01; 0,6
<i>Padus virginiana</i> (L.) Mill	Нет	Нет	0,1; 0,2
<i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A. Br.	Нет	0; 0,1	0,7
<i>Tilia cordata</i> Mill.	Нет	Нет	0,5
<i>Viburnum opulus</i> L.	0,1	0,1	0,2; 0,3
<i>Crataegus sanguine</i> Pall.	Отс.	0,3	0,2; 0,3; 0,6
<i>Cerasus tomentosa</i> (Thunb.) Wall	0,9	0,1; 0,2; 0,27; 0,3	0,1; 0,45; 0,5
<i>Cerasus vulgaris</i> Mill.	0,1; 0,5	0,1; 0,45; 0,5	0,05; 0,25; 0,3; 0,45; 0,5; 0,9
<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	Нет	0,5	0,6; 0,7
<i>Malus niedzwetzkyana</i> Dieck.	0; 0,1	0; 0,1	0; 0,1
<i>Pyrus ussuriensis</i> Maxim.	0,1; 0,5; 0,6; 0,8	Нет	Нет
<i>Populus balsamifera</i> L.	Нет	0; 0,3; 0,5	0,1; 0,15; 0,23
<i>Populus alba</i> L.	Нет	Нет	0,1; 0,3
<i>Salix triandra</i> L.	Нет	0	0; 0,13; 0,2; 0,28; 0,3; 0,47; 0,5; 0,72
<i>Elaeagnus argentea</i> Pursh.	0,1; 0,5	0,95	0,15; 0,2; 0,5; 0,65; 0,9
<i>Populus tremula</i> L.	Нет	0	0,1; 0,15; 0,5
<i>Betula pendula</i> Roth.	Нет	0,5	0,1; 0,2; 0,5; 0,54; 0,64
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench.	Нет	Нет	0,1; 0,3; 0,7
<i>Cotoneaster lucidus</i> Schlecht.	0,1	0,1	0; 0,1; 0,15; 0,2
<i>Spiraea media</i> Fr. Schmidt.	Нет	0,1	0,1; 0,5
<i>Ribes nigrum</i> L.	Нет	0,1	0,1; 0,3; 0,5; 0,8
<i>Acer negundo</i> L.	Нет	0,1	0; 0,1; 0,2; 0,5; 0,9
<i>Philadelphus tenuifolius</i> Rupr. et Maxim	Нет	0,05	0,1; 0,3; 0,8
<i>Berberis thunbergii</i> DS.	Нет	0; 0,2; 0,7	0; 0,2; 0,28; 0,31
<i>Swida alba</i> (L.) Opiz	0,25	Нет	0,2; 0,25; 0,5

Выявлены существенные различия по спектру кумаринов за вегетационный период (см. табл. 2). Так, в фазе набухания почек и молодого листа в летучих метаболитах кумарины отсутствуют или обнаруживаются 1-2 кумарина, за исключением метаболитов груши уссурийской. Спектр ку-

маринов увеличивается по мере формирования листа и становится более разнообразным перед опадением листьев.

Изучение амплитуды эндогенной и индивидуальной изменчивости березы повислой по содержанию кумаринов показало, что в период сформировавшегося листа 29 % особей исследуемой популяции обладают способностью накапливать повышенное количество кумаринов, что может служить первичным материалом для селекции.

Нами установлено, что 19,5-23,7 % генотипов популяции сосны обыкновенной из 33 регионов России при интродукции на Среднем Урале (Крючков, 1992) синтезируют повышенные количества кумаринов (31-38 мг%). Различие по широте между крайними точками сбора семян – 7,5° и по долготе – 34,8°.

Виды растений, способные выделять в окружающую среду и депонировать высокие количества кумаринов, а также обладающие широким спектром индивидуальных соединений, рекомендуются для внедрения при реконструкции рекреационных насаждений, особенно в урбанизированных районах, и создании целевых функциональных зон.

Биохимическая среда и фитонцидность лесов Урала, занимающих площадь 35,2 млн га, в том числе хвойных насаждений – 62,3%, мало изучена. Нами проведены трехлетние исследования воздушной среды в сосняках разнотравном, осоково-сфагновом, ягодниковом, ельнике осоково-сфагновом, березняке осоковом в подзоне южной тайги Средне-Уральского таежного лесохозяйственного района.

В течение вегетационного периода общее количество только непредельных терпеновых углеводов, выделяемых сосновыми насаждениями, составляет 370-450, еловыми – 320-415, березовыми – 190-220, осиновыми – 170-190 кг/га. Основными компонентами в воздушной среде хвойных насаждений являются монотерпеновые углеводороды, составляющие 51-68 % от суммы летучих метаболитов. В составе АЭ также идентифицированы сесквитерпены (лонгифолен, кариофиллен) и кислородосодержащие соединения (борнеол, борнилацетат, камфара), терпеновые спирты (гераниол, линалоол), карбоксильные соединения (цитраль, формальдегид).

Воздух ельника осоково-сфагнового, помимо терпенов, характеризуется повышенным содержанием летучих кумаринов, концентрация которых в среднем составляет 10,6 мкг/м³, в остальных типах леса их содержание варьирует от 5,4 до 5,8 мкг/м³.

Концентрация летучих кумаринов в воздухе березовых насаждений составляет 1,9-4,6 % от общей суммы кумаринов в растении. В период окончания ростовых процессов и перед опадением листьев содержание кумаринов достигает максимума. В составе воздушной среды березняков обнаружены также амины, формальдегид и бензальдегид. В процессе минерализации листового опада выделяются летучие тиолы, которые в листь-

ях не обнаружены. В березняках в осенний период содержание тиолов в 2 раза выше, чем в сосняках. Специфичность биохимического состава воздуха лесных насаждений обуславливает характер их антимикробной активности в отношении широко распространенных антибиотикоустойчивых микроорганизмов.

К числу основных причин, побуждающих искать новые антимикробные препараты, следует отнести: возрастание резистентности у возбудителей к используемым антибиотикам; наличие у ряда антибиотиков побочного действия (токсичные свойства, аллергические реакции); снижение иммунобиологической реактивности организма; нарушение химиотерапевтическими препаратами микрофлоры организма, выполняющей барьерные функции, и возникновение вторичных инфекций.

При скрининге антимикробных соединений древесных растений в качестве тест-культур использовали микроорганизмы: *Staphylococcus aureus* St. albus, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bact. coli* (все штаммы выделены из ран больных, воздуха больничных палат и любезно предоставлены НИИ травматологии и ортопедии г. Екатеринбурга), *St. aureus* 209, *Paramecium caudatum*. Наибольшей бактерицидностью по отношению к возбудителям гнойной инфекции обладают сосновые и еловые насаждения (75-91 %), березовые (68 %), менее выражено это явление в осинниках и липняках (40-44 %). Высокая бактерицидность характерна для летучих метаболитов тополя бальзамического, ореха маньчжурского, спиреи рябинолистной, лиственницы Сукачева. Летучие вещества древесных растений обладают не только бактерицидным действием, но и способностью повышать чувствительность гноеродных микроорганизмов к антибиотикам. Это открывает возможность их использования в медицинском фитодизайне для санации воздуха от внутрибольничных инфекций и в эргономических системах.

У древесных растений и их популяций в ответ на промышленные загрязнения (HF , SO_2) на адаптивной основе интегрируется новый уровень метаболизма, изменяя биосинтез АЭ и их фитонцидность (Крючков, 1992). Так, береза повислая в зоне источника фторосодержащих промышленных выбросов Полевского криолитового завода обладает большой емкостью поглощения и нейтрализации токсикантов. За вегетационный период в листьях березы депонируется большое количество свободного фтора – 300 мг/кг, а в летучих выделениях березы в 2 раза увеличивается содержание кумаринов, концентрация НСОН уменьшается на 33 % и в 1,5 раза – количество эфирного масла по сравнению с контролем. В летучих метаболитах сосновых насаждений под действием SO_2 в 5 раз увеличивается концентрация непредельных углеводородов, продуцируемых однолетней хвоей.

В результате трансформации токсикантов атмосферы аэрофолинами растений изменялась и биохимическая среда, что отражалось на фитон-

цидности древесных растений: у одних чувствительность микроорганизмов к антибиотикам повышалась (ива ломкая, береза пушистая), у других снижалась (орех маньчжурский), а у акации желтой, клена остролистного не изменялась.

На основании комбинированного действия аэрофолинов и антибиотиков на патогенные микроорганизмы в условиях загазованной среды составлен ряд активности древесных растений (Крючков, 1981; Новоселова и др., 1990). Он представлен в порядке снижения фитонцидности: ива ломкая, черемуха обыкновенная, береза пушистая, роза морщинистая, тополь бальзамическая, калина обыкновенная, сосна обыкновенная, лиственница Сукачева, боярышник кроваво-красный, смородина золотистая, сирень обыкновенная, спирея рябинолистная, яблоня ягодная, липа мелколистная, клен остролистный, жимолость татарская, акация желтая. При оптимизации урбанизированных районов необходимо учитывать функциональные изменения растений при воздействии на них промышленных поллютантов.

В естественных условиях у 18 видов растений сем. Rosaceae при повреждении листьев филлофагами, фитопатогенными грибами, бактериями, при охлестывании ветвями выявлено увеличение количества выделяемой синильной кислоты листьями по сравнению с таковым у нативных в среднем в 3 раза. Так, в летучих метаболитах нативных листьев черемухи обыкновенной содержатся $160 \text{ мкг/м}^3/\text{м}^2$ синильной кислоты, у поврежденных – 470. Нами установлено, что площадь поврежденных листьев (скелетирования, погрызы, галлы, мины, сворачивание листьев, некрозы) в фазе сформировавшегося листа у исследованных видов сем. Rosaceae составляет от 1 до 9 % (у черемухи – 2,2 %).

При длительном пассировании *Paramecium caudatum* (30–35 поколений) с низкими концентрациями аэрофолинов сосны обыкновенной наблюдались длительные модификации (Крючков, 1977). При этом необходимо отметить фазность в реагировании парамеций на воздействие аэрофолинов как первое важное звено в цепи взаимодействия организма со средой. Выявлено пять последовательных фаз в реагировании: безразличие, стимуляция, депрессия, гибель отдельных особей, отбор резистентных особей.

В данной модельной системе выявлена возможность непосредственного действия аэрофолинов как фактора, способного вызывать длительные модификации. Несомненный интерес представляют данные о том, что аэрофолины березы повислой подавляют способность летучих соединений сосны вызывать длительные модификации у парамеций.

Таким образом, смесь действующих веществ аэрофолинов березы и сосны определяет не сумму их свойств, а новое качество, проявляющееся при совместном действии на пармеции, т.е. предупреждающее выработку резистентности у парамеций к химиотерапевтическому препарату.

Следует отметить, что оздоровление окружающей среды городов обеспечивается позитивное состояние атмосферного воздуха за счет обогащения летучими лечебными веществами, озонирования, уменьшения количества промышленных токсикантов, снижения числа микроорганизмов, в том числе и патогенных. Познание закономерностей биосинтеза аэрофилинов, антимикробной активности позволит в урбанизированных районах реконструировать леса с целью обогащения атмосферного воздуха летучими лечебными веществами, формирования высокопродуктивных, в том числе рекреационных лесных, что позволит создавать благоприятные условия для людей.

Библиографический список

Вигоров Л.И., Суменкова Т.Н. Кумарины и фурукумарины сочных плодов и ягод // 2-й симпозиум по изучению природных кумаринов. Л.: 1970. С. 61-62.

Вичканова С.А. и др. Перспективы поисков антимикробных и противовирусных препаратов среди кумаринов / С.А. Вичканова, М.И. Рубинчик, В.В. Адгина [и др.] // 2-й симпозиум по изучению природных кумаринов: тез. докл. Л.: 1970. 808 с.

Гейхман Л.З. К Вопросу о гомофитопатии больных сердечно-сосудистыми заболеваниями // Фитонциды. Киев: Наукова думка, 1974. С. 244-248

Кузнецова Г.А. Природные кумарины и фурукумарины. Л.: Наука. Ленингр. отд., 1967. 247 с.

Крючков В.А. О длительной модификации *Parataesium caudatum*, вызванной аэрофилинами сосны обыкновенной // Вопросы генетики и селекции на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1977. С. 44-46.

Крючков В.А. Фитонциды как фактор оптимизации биосферы // Фитонциды. Роль в биогеоценозах. Значение для медицины: матер. VIII совещ. Киев: Наукова. думка, 1981. С.75-79.

Крючков В.А. Летучие метаболиты древесных растений // Проблемы восстановления лесов на Урале: тезисы докл. Екатеринбург: УрО РАН, 1992. С. 5-7.

Крючков В.А., Гребенникова З.В. Об аэрофитофармах и аэрофитотоксинах древесно-кустарниковых пород Среднего Урала // Лесн. хоз-во: сб. тр. Свердловск, 1976. № 32. С. 149-154.

Крючков В.А. и др. Аэрофилины лесных фитоценозов Среднего Урала / В.А. Крючков, Г.Н. Новоселова, Т.Н. Суменкова [и др.] // Изв. вузов. Лесн. жур. 1989. № 2. С. 8-10.

Крючков В.А., Корякова Н.О., Желамская И.Б. Антимикробная активность растений Среднего Урала // VIII совещание по проблеме фитонцидов: тез. докл. Киев: Наукова думка, 1979. С. 32-33.

Крючков В.А., Новоселова Г.Н., Степанова И.П. Химический анализ растительного сырья. Свердловск, 1988. 122 с.

Крючков В.А., Першиков В.П. К вопросу использования аэрокосмической информации Сибири и Дальнего Востока // Материалы Первого всесоюзного совещания по космической антропоэкологии. Л.: Наука, 1982. С. 91-92.

Лакно Е.С. Лес и здоровье человека. Киев: Наукова думка, 1972. 141 с.

Муравьев Д.А. Фармакогнозия. М.: Медицина, 1978. 656 с.

Новоселова Г.Н. и др. Физиолого-биохимические аспекты адаптации древесных растений к промышленным токсикантам / Г.Н. Новоселова, Н.В. Марина, И.П. Степанова [и др.] // III Съезд ВОФР : тез. докл. Минск, 1990. С. 57-58.

Пименов М.Г. Перечень растений – источников кумариновых соединений. Л.: Наука. 1971. 201 с.

Степанов Э.В. Количество летучих органических веществ в пихтовых лесах Салаира // Лесоводственные исследования в Западной Сибири. Новосибирск: 1972. С.88-91.

Токин Б.П. Целебные яды растений. Л.: Лениздат, 1967. 267 с.

Холодный Н.Г. Атмосфера как возможный источник витаминов // Докл. АН СССР. 1944. Т. V. № 6.

Холстед Б.В. Применение амигдалина для лечения рака // Растительные ресурсы. 1981. № 2. С. 317-319.

Grigg G.W. Genetic effects of coumarins // Mutat. Res. 1978. № 3-4. P. 161-181.

Went F.W. Thunderstorms as related to organic matter in the atmosphere // Proc. Nat. Acad. Sci U.S.A. 48. 1962. № 3.



УДК 630.674.6.02 – 674.09

**А.А. Еремеев, О.А. Федотова,
Е.Г. Бобыкина, В.В. Чамеев,
Б.Е. Меньшиков**
(А.А. Eremeev, O.A. Fedotova,
E.G. Bobykina, V.V. Chameev,
B.E. Menshikov)

(Уральский государственный лесотехнический университет)



Еремеев Александр Анатольевич родился в 1986 г. В 2009 г. окончил Уральский государственный лесотехнический университет. В настоящее время является аспирантом 1-го года обучения. Имеет 9 печатных работ.